虫草蝠蛾生物学研究*

张三元　胡丽云　万战国
（甘肃省陇南地区多种经营研究所，武都）

摘要　虫草蝠蛾（*Thitarodes armoricanus* Oberthür）的卵于室温 11.4℃ 时，历期 32—47 天，在潮湿滤纸表面孵化率高达 93.2%。幼虫在土壤中生活三年多才化蛹。蛹期 35—50 天。成虫寿命 3—12 天。卵在发育中有变色现象，即由白 ⟶ 黄 ⟶ 灰 ⟶ 黑。变色过程一般需 6—13 小时。幼虫栖息地表以下 10—25cm 土层中，适宜在地温 5—10℃、土壤含水量 70% 左右条件下生活。蛹腹节有棘突，助蛹活动。成虫白天不吃不动，黄昏时活动，无趋光性，也无趋化性。雌雄交配自傍晚至深夜，经 4—10 小时。一雌产卵 400—800 粒。

关键词　虫草蝠蛾　生物学

虫草蝠蛾幼虫是珍贵中药材冬虫夏草菌［*Cordyceps sinensis* (Berk) Sacc］的主要寄主。作者于 1983 年底至 1985 年秋在甘肃虫草产地文县二道梁（海拔 3000—3600 米）对虫草蝠蛾生物学进行了研究，取得一些资料，现报道如下。

试 验 方 法

一、虫草蝠蛾分布及消长规律调查，采用选点挖掘幼虫，木箱内羽化蛹，网箱内观察成虫习性等法。

二、幼虫食性研究：1. 在适宜幼虫生活的草坡埋入长 35cm，直径 7cm 的硬塑料筒 10 个，分别栽上具地下块茎或块根的不同植物，每一筒接一头健康幼虫，定期观察。2. 在室内用不同食料饲养幼虫。

三、成虫趋光性试验：于成虫盛发期用 8W 直流电黑光灯诱捕；趋化性试验采用糖醋草把诱捕。

四、卵孵化在培养皿中的 15 层滤纸表面（经常加水，保持湿润）和自然腐殖土表面。

试 验 结 果

一、各虫态发育历期

（一）卵期：在产地设简易工棚内孵化，1984 年的室温平均 11.4℃ 时，历期 32—47 天，1985 年的室温平均 12.5℃ 时，历期 37—43 天（表 1）。

将卵置腐殖土表面或培养皿内湿滤纸表面都能正常孵化，孵化率为 27.5—93.2%。随着放卵时间不同，孵化率出现规律性变化。卵产出后，很快放入培养皿（卵黄色）时，孵化率最高达 93.2%；卵在干燥纸上搁置时间愈长，孵化率愈低。在湿润滤纸上的孵化率高于湿

本文于 1986 年 4 月收到。
* 本文经兰州医学院药学系主任赵汝能副教授审稿，甘肃省植保所副研究员王长政修改，本所刘华文、吴兴平、杨丽泙同志参加部分工作，特此致谢。

表 1　虫草蝠蛾卵的孵化期

项目 / 编号	孵化条件	卵色	放卵期	放卵量	受精情况	孵化结果				孵化率%	孵化天数
						始期	盛期	末期	出虫数		
O1	腐土表面	黑	84.6.15	263	受精	7.17	7.27	8.1	72	27.5	32—47
F1—1	滤纸表面	黄	85.6.30	323	受精	8.6	8.6	8.11	301	93.2	37—42
F1—2	滤纸表面	灰	85.7.2	360	受精	8.8	8.11	8.13	329	91.4	37—42
F1—3	滤纸表面	黑	85.7.2	340	受精	8.8	8.11	8.13	302	88.8	37—42
F1—4	滤纸表面	黄	85.7.4	247	未受精	—	—	—	0	0	—
F2—1	腐土表面	黄	85.7.5	388	受精	8.13	8.13	8.17	163	42	39—43
F2—2	腐土表面	灰	85.7.5	297	受精	8.13	8.13	8.16	115	38.7	39—42
F2—3	腐土表面	黑	85.7.7	320	受精	8.13	8.14	8.17	109	34.1	37—41
F2—4	腐土表面	黄	85.7.5	363	未受精	—	—	—	0	0	—

土上的孵化率。卵置于土表虽然接近野外条件，但孵化后的幼虫钻进土中，不易观察和统计。以置于湿润滤纸上较为理想。未受精卵的颜色变化与受精卵相同，但不能孵化出幼虫。

（二）幼虫期：在产地的土壤中一年四季都能挖到幼虫，且龄期不一，说明幼虫有世代重迭现象。（门生荣等，1983）我们在人工饲养中未完成全部幼虫中期饲养。据观察完成幼虫期需 4—5 年。

（三）蛹期：对产地和室内饲养的老熟幼虫观察，从化蛹至羽化，在自然条件下，需 35—40 天，平均 37 天。室内饲养（室温 11.4℃）需 45—50 天，平均 47 天（表 2）。室内蛹期长于自然界，其原因是与室内湿度不易掌握有关。

表 2　虫草蝠蛾蛹

编号 / 项目	J_7	J_8	J_9	J_{10}	L_1	L_2	L_3	D_1	D_2
化蛹条件	自然界	自然界	自然界	自然界	室内	室内	室内	室内	室内
化蛹期	84.5.30	84.5.30	84.5.30	84.5.30	84.6.9	84.69	84.6.11	85.5.22	85.5.23
羽化期	84.7.4	84.7.9	84.7.6	(84.6.15) 死	(84.7.2) 死	(84.6.14) 死	84.7.31	85.7.6	85.7.8
蛹期(天)	35	40	37	—	—	—	50	45	46

栏内化蛹期、羽化期均为年、月、日

（四）成虫期：成虫个体生存期较短，一般 3—12 天，平均 7 天死亡（表 3）。

（五）虫草蝙蝠生活史：在自然条件下，各虫态发生期与海拔高度和坡向不同而有区别，因此群体延续时间比个体虫态发育时间长（表 4）。

二、生活习性

表 3　成虫生存天数

	总观察数	活 3 天只数	活 4 天只数	活 5 天只数	活 6 天只数	活 7 天只数	活 8 天只数	活 9 天只数	活 10 天只数	活 11 天只数	活 12 天只数
只数	32	2	3	2	4	9	3	3	4	1	,
占总数%	100	6.3	9.4	6.3	12.5	28.1	9.4	9.4	12.5	3.1	3.1

表 4　虫草蝠蛾生活史

月 / 旬 / 虫态	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下
卵						● ● ●	● ● ●	● ● ●				
幼虫	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
蛹				○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○				
成虫						+ + +	+ + +	+				

（一）卵：刚产下的卵为白色，一般在 1 小时左右变为黄色，2—8 小时变为灰色，6—13 小时变为黑色，快孵化出幼虫时卵为外黑内红。

（二）幼虫：

1. 幼虫栖息场所：在土表面以下 10—25cm 处较多，一年四季栖息深度变化不大，即使在冬季的冻土层中仍可挖到活幼虫，这与前人观察的结果有所差异(陈泰鲁等，1973)，这可能与观察地点有关(表 5)。

表 5　幼虫在土壤中的平均深度（厘米）

挖虫日期 / 项目	一月		二月		三月		四月		五月		六月	
	15	24	15		5	20	10	21	4	17	4	9
平均深度	14.4	13.2	19.5		16.5	19.8	16.2	16.1	21.9	21.8	15.3	17.8
冻土层深	0—16		0—25		0—14							
地下 5—20cm 地温℃	−1.3	−1.8	−0.7		−0.3	−0.3	0.4	3.2	4.4	8.4	13.7	11.5

挖虫日期 / 项目	七月		八月		九月		十月		十一月		十二月	
	16	27	15	25	16	27	7	20	7	15	10	16
平均深度	19.5	18.7	22.4	21.4	19.7	21.5	14.6	21.3	18.8	21.0	23.4	19.9
冻土层深												
地下 5—20cm 地温℃	10.8	15.9	15.5	13.8	8.8	9.9	6.8	5.1	4.8	2.7	1.2	−0.3

幼虫在土中活动时形成隧道，隧道四壁有丝状物组成光滑面，幼虫在光滑通道中活动。初卵幼虫即可看到一根细丝，老熟幼虫吐丝筑成土室，筑土室不仅在干燥环境下进

行，在土壤水分达 60% 以上时，仍有幼虫吐丝筑土室。

2. 幼虫食性：幼虫除啃食珠芽蓼（*Polygonum viviparum* L.）地下茎外，也啃食头花蓼（*P. sphaerostachyum*,）、小大黄（*Rheum pumilum* Maxim）的地下茎，啃食黄芪属（*Astragalus* sp.）和金腊梅（*Petentilla fruticosa* L.）的根。我们在野外饲养的幼虫对黄精（*Polygonatum sibiricum Redoute*）根状茎啃食量也很大。在实验室饲养的幼虫，喜食胡萝卜（*Daucus carota var. sativa*）块根。高龄幼虫耐饥饿能力较强，在野外埋上塑料筒或木箱，装上腐殖土，不放任何植物，只接幼虫，经半年检查，幼虫依然存活，个别幼虫在腐土中可耐饥 8 个月。实验室内 60 天不供给食物，幼虫仍能生存，但体重减轻。

3. 幼虫对土壤温度的要求：幼虫宜在 5—10℃ 之间生活。室温超过 20℃，即大批死亡(表 6)。在自然界，地温降至 −3℃ 时也不致冻死。

表 6　温度对幼虫的影响　　　　(84.5.9—6.18)

项目 / 编号	温度 (℃)	试验只数	10 天检查		20 天检查		30 天检查	
			成活余数	成活率%	成活余数	成活率%	成活余数	成活率%
温 1	0—0.5	15	7	46.7	5	33.3	0	—
温 2	5	15	12	80.0	11	73.3	8	53.3
温 3	10—11	15	13	86.7	7	46.7	6	40.0
温 4	20—27	15	5	33.3	1	6.7	0	—

4. 幼虫对土壤湿度的要求： 幼虫栖息在较潮湿的地方，土壤含水量在 40—100% 时，能正常活动，含水量在 70% 左右，幼虫最活跃，当土壤水分过多时，幼虫向土层深处转移，土壤水分过少，幼虫表现不安(表 7)。

表 7　湿度对幼虫的影响　　　　(84.12)

项目 / 编号	试验只数	温度 ℃	含水量 %	30 天检查		60 天检查	
				成活数	成活率	成活数	成活率
湿 1	15	5	40—65	13	77	10	66.7
湿 2	15	5	70—75	15	100	14	93.3
湿 3	15	5	100—120	7	47	5	33.3

5. 幼虫的天敌。幼虫在地下土层中常受到天敌危害，常见天敌为蜈蚣(*Scolopendra*)，有咬吃幼虫现象。在观察中发现一种寄生蜂，(种名待定)直接将卵产入蝠蛾幼虫体内，孵化出蛆咬吃蝠蛾幼虫内脏，被寄生的蝠蛾幼虫虫体变为棕色。天敌进入蛹期，撑破蝠蛾幼虫腹部表皮，落入土壤中后羽化，我们观察到一头蝠蛾幼虫体内的肠道上吊着 24 头离蛹。此外，还发现一种寄生蝇(种名待定)在幼虫体内寄生，寄生蝇的蛹近圆形：8×7mm，被寄生的蝠蛾幼虫只剩表皮与肠道。一头幼虫仅寄生一头寄生蝇。

（三）蛹：老熟幼虫化蛹时，从胸部背面裂开表皮，经 15 分钟左右将表皮脱掉，进入

蛹期。蛹体初期白色，仅腹部末节背面稍带红色，体长与预蛹近似，翅芽分离；经 3 小时后从尾部渐向前变黄，形成白色蛹被，腹部背面两侧变红，体缩短；2 天后头胸部变红，翅芽变成黄色；经 30 天翅芽变红色或棕红色；35—40 天后翅芽变黑色；当翅芽由黑色转为栗色条纹时，即将羽化为成虫。蛹的腹部每一节背面前端各有一排硬刺(约 8 个)，腹面硬刺小而少(约 6 个)，蛹依靠这些刺突前后摆动而移动身体，在土内形成一羽化孔，直通地表面。蛹羽化时钻出地表面，首先从蛹壳中露出头部，再伸出三对足爬在土上向前移动，最后带出翅膀和腹部向高处攀缘。蛹壳仍留原处。

(四) 成虫：

1. 展翅：蛹羽化时间多在 16—18 时。羽化后的成虫迅速攀缘到草叶、灌木枝条、树桩上并展翅。从翅展到收合一般需 3—15 分钟。成虫展翅以后，用前足和中足抓住附着物，头朝上方把身体吊起来，不吃也不动。到黄昏(约 20 时 30 分)才开始飞翔，雌蛾不飞，只振动前翅，发出嗡嗡响声，招引雄蛾，雄蛾飞来后，即进行交配。

2. 交配：交配多在每日 20—21 时，如这时未能交配，则待到次日黄昏再交配。交配时间较长，要经 4—10 小时，平均 5.5 小时，都在深夜完成。交配时雄蛾从一侧接近雌蛾，雌蛾停止振动翅膀，雌雄尾部靠近迅速交配，交配时雄蛾转动位置倒吊在雌蛾下方，如将雄雌位置人为颠倒，它们立即恢复原状。

3. 产卵：羽化后的雌蛾一经展翅即开始产卵，雌蛾对产卵场所无选择性。交配后边飞翔边产卵，产卵量多。吊在草叶上后间断产卵，卵散落在土壤表面。一只雌蛾终生可产卵 400—800 粒，多数雌蛾死后腹内仍有余卵。

4. 成虫的趋性：成虫很少活动，不趋光，也不趋化。

虫草蝠蛾的生物学研究，对人工栽培冬虫夏草将起一定作用。如果进一步在室内人工饲养虫草蝠蛾幼虫，再解决其人工接种技术，人工栽培冬虫夏草的愿望一定能够实现。

参　考　文　献

肖长荣等　1983　虫草研究。微生物学报 10(1)：5。
陈泰鲁等　1973　虫草蝙蝠蛾生物学的初步研究。昆虫学报 16(2)：198—202。

STUDIES ON THE BIONOMICS OF *THITARODES ARMORICANUS* OBERTHÜR

ZHANG SAN-YUAN HU LI-YUN WAN ZHAN-GUO

(Institute of Diversified Economy of Lunnan District, Gansu Province, Wudu)

Thitarodes armoricanus Oberthür is the insect host which is parasitized by the fungus *Cordyceps sinensis* (Berk) Sacc in its larval stage to form the "insect herb", a traditional Chinese materia medica. The present study was carried out in the region of Gansu Province where this materia medica is produced, at elevation of 300 to 3600 meters, and most of the observations were made in natural condition. The aim of the study is to find the way of artificial cultivation. It was observed that the eggs had an incubation period of 32 to 47 days at 11.4°C. In the laboratory the rate of hatching was about 93%. The larval stage would last for four to five years. The larva is a soil insect, lives 10 to 25 cm beneath the soil surface and prefers habitat of moist soil and with temperature of 5° to 10°C. It makes tunnels and feeds on the rhizomes of *Polygonum viviparum*, *P. sphaerostachyum* and *Rheum pumilum* and the roots of *Astragalus* sp. and *Potentilla fruticosa*. The pupal stage takes 35 to 50 days and the uromeres of the pupa possess caltrop spines arranged in rings which help the pupa to move in the soil. The adult moths live about three to twelve days after emergence, its activity is dominant in crepuscular time and mating takes place in the evening to late at night. The female moth would lay eggs during flight and the total number of eggs laid by eacn moth varies from 400 to 800.

Key words, *Thitarodes armoricanus* Oberthür——bionomics